

## **Leitungselement, insbesondere für Abgasleitungen in Kraftfahrzeugen, sowie Verfahren zu seiner Herstellung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Leitungselementes für schwingbeanspruchte Rohrleitungen, insbesondere für Abgasleitungen in Kraftfahrzeugen, aus einem vorprofiliertem Band, insbesondere Metallband, das schraubengangförmig mit balgartigen Windungen gewickelt wird, wobei Wickellagen mit einfach eingehakter oder mehrlagiger agraftartiger Bindung durch Formschluß, Verschweißen oder dergleichen Fügeverfahren miteinander verbunden sind, sowie ein nach dem Verfahren hergestelltes Leitungselement.

Die Aufgabe solcher Leitungselemente, die beispielsweise als spiralförmig gewickelte Agraffschläuche oder spiralförmig gewickelte, eingehakte Schläuche bekannt sind, die allerdings im Betrieb Restleckagen aufweisen, besteht darin, schwingbeanspruchte Rohrleitungen flexibel miteinander zu verbinden und dabei schwingungstechnisch weitgehend zu entkoppeln. Ein Modul solcher Leitungselemente ist in vielen Fällen ein Metallbalg. Da die großen Durchmesserunterschiede in den Wellungen des Metallbalgs Turbulenzen erzeugen können, wird in der Regel ein Metallschlauch in das Leitungselement integriert, um die laminare Abgasströmung sicherzustellen. Hierbei ist darauf zu achten, dass während des Betriebs keine Geräuscentwicklung durch das Anschlagen des Metallschlauchs an der Innenseite des Balgs entsteht. Um dies sowie auch eine Gasdichtheit zu erreichen, wird in vielen Fällen ein den Schlauch umgebendes Drahtgestricke vorgesehen. Aus der DE 198 20 863 A1 ist ein flexibles Leitungselement bekannt, bei dem alternativ zu einem Drahtgestricke der Metallschlauch und der Metallbalg an definierten Orten in Anlagen zueinander gebracht werden.

Die bekannten Ausführungen erfordern neben unterschiedlichen Herstellprozessen für die Einzelemente außerdem aufwendige Positionier- und Zusammenbauoperationen. Da neben der Herstellung von Einzelmodulen der beschriebenen Leitungselemente ferner der Montageprozess aufwendig ist, sehen

ökonomischere Lösungen eine komplette Herstellung von Metallbalg und innenliegendem Schlauch in nur einem Fertigungsprozess durch schraubengangförmiges Wickeln vor. Ein danach gefertigter, sogenannter Abgaswellschlauch ist durch die DE 38 09 210 C1 bekanntgeworden. Das dort beschriebene schraubengangförmige Wickeln eines vorprofilierten Metallbands hat jedoch zwei Nachteile. Zum einen wird keine vollständige Gasdichtheit des Leitungselementes erreicht. Zum anderen ist die geometrische Gestaltung der balgartigen Wellungen bei der Fertigung von Balg und Schlauch aus einem vorprofilierten Metallband starken Einschränkungen unterworfen, so dass die für die geforderten statischen und dynamischen Steifigkeiten notwendigen Eigenschaften in vielen Fällen nicht erzielt werden können. Die Problematik liegt in den stark unterschiedlichen axialen und radialen Ausdehnungen der Schlauch- und Balgelemente zueinander, da beim Wickeln der unterschiedlichen Abmessungen aus einem vorprofiliertem Metallband die umformtechnische Grenze der Faltenbildung die erzielbaren Geometrieverhältnisse stark einschränkt.

Ein durch das DE-GM 76 31 806 bekannter, ein- oder mehrlagig durch schraubengangförmiges Wickeln eines profilierten Bandes oder Ineinanderstecken von vorprofilierten, rohrförmigen Abschnitten aus Metall oder Kunststoff hergestellter Wellschlauch weist zur Gasdichtheit Band- bzw. Rohrkanten auf, die durch Formschluß, durch Verschweißen, Verkleben oder dergleichen Fügeverfahren festgelegt sind. Zur möglichst laminaren Gasführung ist die innen liegende Band- bzw. Rohrkante einstückig mit einer sich axial erstreckenden, rohrförmigen Verlängerung verbunden, die zumindest den durch den benachbarten Wellenberg gebildeten, schraubengangförmig oder kreisförmig umlaufenden Ringraum innen überdeckt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Leitungselement der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen einstufigen Herstellprozess ohne weiteren Zusammenbau und ein geometrisch so gestaltetes Leitungselement ermöglichen, dass eine einfache schwingungstechnische Auslegung im Hinblick auf erforderliche statische und dynamische Steifigkeiten möglich ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Band mit mindestens einem aus der Ebene versetzten Stich und Umlenkung in eine Art Kreisbahn mit Steghöhen der Bälge vorprofiliert wird, die ein Vielfaches der Banddicke betragen. Wie zahlreiche Versuche bestätigt haben, lässt sich durch Abweichen von dem konventionell in einer Ebene durchgeführten Walzprofilierverfahren mit mindestens einem aus der Ebene versetzten Stich bzw. durch Anordnung einzelner Walzenpaare auf einer spiralförmigen Bahn, deren Krümmung sich solange steigert, bis die Krümmung des Leitungselementes näherungsweise erreicht wird, das Band mit einer Höhe der Stege vorprofilieren, die dem 25- bis 75-fachen der Dicke des Bandes entspricht. Bei einer üblichen Banddicke von 0,2 mm oder 0,3 mm lässt sich somit eine Steg- bzw. Balghöhe von 5 mm bzw. 7,5 mm bis 15 mm bzw. 22,5 mm erreichen. Die nach vorteilhaften Vorschlägen der Erfindung radial nach innen, vorzugsweise radial nach außen angeformten Stege mit einer weit über die bekannten Ausführungen liegenden Balghöhe geben dem Leitungselement eine hohe Flexibilität und Elastizität. Ein, durch mindestens einen aus der Ebene versetzten Stich, spiralförmiger Einlauf in die geforderte Endgeometrie ist zudem umformtechnisch günstig, weil er die Versagensgrenze der Faltenbildung erweitert, so dass sich große Formvarianten und balgartige Windungen bzw. Bälge mit vielfältiger Geometrie bzw. Konfiguration erreichen lassen. Die Windungen / Bälge sind zudem im radialen Schnittpunkt nicht punktsymmetrisch, sondern wellenwellig, mit schraubengangförmiger Kontur symmetrisch zur Rotationsachse ausgebildet.

Eine Ausführung der Erfindung sieht vor, dass ein Bandende einer Wickellage im Wellental die Breite eines folgenden Balges überdeckend ausgebildet wird. Aufgrund dieser Überdeckung wird eine laminare Gasführung ermöglicht.

Die Erfindung erlaubt es in vorteilhafter Weise, dass mindestens zwei geometrisch unterschiedliche Bänder ineinander gewickelt werden, wobei aus einem Band eine Schlauchgeometrie erzeugt wird und aus dem anderen Band die Bälge ausgeformt werden. Alternativ ist es möglich, von vornherein bereits mehrlagige, ebene Metallbänder dem Herstellprozess zuzuführen und mit den balgartigen Windungen zu versehen. Die Mehrlagigkeit ermöglicht eine lineare Verteilung der Biegespannung

und verbessert die akustische Schalldämmung. In jedem Fall können die Metallbänder unterschiedliche Dicken, Breiten, mechanische Eigenschaften und chemische Zusammensetzungen aufweisen, so daß den unterschiedlichen Forderungen an die Geometrie von Schlauch und Balg Rechnung getragen werden kann. Es lassen sich auch elastomere, glasfaserverstärkte bzw. keramische Bänder oder Bänder aus Verbund-, Compound- bzw. Composite-Werkstoffen einsetzen. Die Bänder, gleich welcher Art und ob ein- oder mehrlagig vorprofiliert, werden ineinander gewickelt und derart zusammengefügt, dass eine im idealen Fall gasdichte Verbindung der Fügestelle erzielt wird.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung können die Bänder anfangs parallel, kontinuierlich walzprofiliert, dann umformtechnisch nach Art eines Drückverfahrens gewickelt und dann die walzprofilierten gewickelten Bandprofile miteinander verbunden werden. Alternativ lassen sich die Bänder sequentiell, diskontinuierlich walzprofilieren, danach wickeln und dann miteinander verbinden. Dem parallelen Walzprofilierverfahren schließt sich ein kontinuierlicher Wickelprozeß und dem sequentiellen Walzprofilierverfahren ein anschließender diskontinuierlicher Wickelprozeß an.

Das Wickeln, vorteilhaft mit formgebenden Drückwerkzeugen auf einen Dorn, kann vorzugsweise kontinuierlich erfolgen, indem das gefertigte Leitungselement nach dem Wickeln und Fügen von einem rotierenden Dorn abläuft. Wenn ein langer Wickeldorn zunächst komplett mit dem herzustellenden Leitungselement gewickelt wird, liegt ein diskontinuierliches Herstellungsverfahren vor, da die fertige Länge des Leitungselementes periodisch von dem langen Wickeldorn abgezogen werden muß. Zur Verbindung der Bandprofile kommen umformtechnische Fügeverfahren, beispielsweise Falzen oder Bördeln, und als thermische Fügeverfahren beispielsweise Strahl- bzw. Laserstrahlschweißen oder vorzugsweise Rollschweißen infrage.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung empfiehlt es sich, dass die zu verbindenden Anschlußenden der Bänder zur Vereinfachung der Trenn- oder Weiterverarbeitung und lokalen Homogenisierung der Produktdurchmesser umformtechnisch behandelt

werden. Besonders vorteilhaft ist ein drücktechnisches Behandeln der Anschlußenden.

Anstelle die Bälge bzw. balgartigen Windungen aus einer Wickellage einstückig auszuformen, lassen sie sich vorteilhaft durch Verbinden – umformtechnische Fügeverfahren oder thermische Fügeverfahren – der Enden jeweils des Endsteges der einen Wickellage mit dem Anfangssteg der anderen Wickellage herstellen. Gleichwohl ist es möglich, Anfangs- und Endsteg aus einer Wickellage vorzusehen und die freien Enden der Stege miteinander zu verbinden. Auch ist es möglich, mehr als zwei Stege auszuformen und miteinander zu verbinden.

Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass in einem äußeren Balg ein in dessen Wellental mit diametral verlaufenden, dann aufeinander zu in einen gemeinsamen Überbrückungs- und Verbindungssteg umgefalteten Kurvenabschnitten seiner Stege übergehender, glockenartiger innerer Balg gewickelt wird. Die somit quasi ineinander geschachtelten, umgekehrten Bälge ergeben eine sehr weiche, entkoppelbare Konfiguration mit hoher Flexibilität und Elastizität. Denn auf annähernd gleicher Baulänge lässt sich eine doppelte Zahl von Windungen bzw. Bälgen erreichen, so dass das Leitungselement nahezu doppelt so flexibel ist, weil es mehr Windungen bzw. Bälge besitzt. Die Ausformungen lassen sich zudem fertigungstechnisch günstig symmetrisch herstellen, wobei das zweite Band aufgrund des umgefalteten Überbrückungs- und Verbindungssteges gleichzeitig die Linerfunktion, d.h. die laminare Gasführung, übernimmt.

Die Gasdichtheit wird hier wieder dadurch erreicht, dass vorteilhaft die oben freien Stegenden des glockenartigen inneren Balges mit jeweils den benachbarten Stegenden des äußeren Balges verbunden werden.

Es wird vorgeschlagen, dass für das Trennen des Leitungselementes in konfektionierte Längen und/oder den Umform- und Fügevorgang unterstützende Medien eingesetzt werden. Das eingesetzte Medium, z. B. eine Ultraschallüberlagerung, begünstigt es, das mit großer Länge herzustellende

Leitungselement anschließend mit mechanischer oder vorzugsweise thermischer Trenntechnik auf die gewünschte Länge der Endprodukte zu konfektionieren.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass das fertige Leitungselement auf die geforderten statischen und dynamischen Steifigkeiten hin konditioniert wird. Dies lässt sich erreichen, indem das Leitungselement z.B. der Wirkung von Innendruck oder einem mechanisch umformenden Prozessschritt ausgesetzt wird.

Ein nach dem Verfahren hergestelltes Leitungselement zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass es mit Bälgen ausgebildet ist, deren Steghöhe ein Vielfaches der Banddicke beträgt, vorzugsweise der 25- bis 75-fachen Dicke des Bandes entspricht.

Eine Ausführung der Erfindung sieht vor, dass mindestens zwei geometrisch unterschiedliche Bänder ineinander gewickelt sind, wobei ein Band einen Schlauchgrundkörper bildet und ein anderes Band mit den Bälgen versehen ist. Der Schlauchgrundkörper dient der laminaren Gasführung und die Bälge mit der sehr großen Höhe geben dem Leitungselement die Flexibilität und Elastizität.

Hierbei lässt sich vorteilhaft jeder Balg mit im Wellenberg von vornherein geschlossener Windung aus einer Wickellage ausformen. Es kann vorteilhaft jeder Balg auch aus den Wickellagen umgekanteten, radial abstehenden Stegen bestehen, deren freie Enden im Wellenberg gasdicht miteinander verbunden sind. So lässt sich beispielsweise durch Doppelung der Wickellage jeweils ein Anfangssteg einer Wickellage mit einem Endsteg einer anderen Wickellage zu einem Balg ausformen, der durch Verbinden der freien Stegenden dieser radial abstehenden Stege gasdicht wird.

Wenn vorzugsweise die Einhak-/Agraffverbindungen axial ineinander verschiebbar ausgebildet sind, ergibt sich in einfacher Weise ein für die Streckung und Stauchung axiales Spiel des Leitungselementes.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Wellentäler der Bälge von Bandabschnitten der Wickellagen überdeckt. Diese Überdeckung lässt sich durch einen horizontalen Endsteg einer Wickellage oder zwischen den Einhak-/Agraffverbindungen liegenden Bandabschnitten einer Wickellage erreichen.

Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung sieht vor, dass ein den Schlauchgrundkörper bildendes Band mit glockenartigen Bälgen ausgebildet ist, von denen jeder in einem Balg des anderen Bandes angeordnet ist, wobei die freien Stegenden des äußeren Balges in dessen Wellenberg mit jeweils den freien Enden der ihnen benachbarten Stege des glockenartigen Balges verbunden sind, der mit einem aus den Stegen umgefalteten Verbindungssteg das Wellental des äußeren Balges überdeckt. Der äußere Balg mit darin angeordnetem umgekehrtem, glockenartigen Balg ergibt die bereits beschriebene sehr weiche Konfiguration bei hoher Flexibilität und Elastizität des Leitungselementes. Die trotz der unterschiedlichen Bänder erreichbare symmetrische Konfiguration bringt außerdem verfahrenstechnische Vorteile mit sich.

Weitere Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1 als Profilschnitt mehrere Wickellagen eines aus einem Band hergestellten Leitungselementes bzw. Schlauches in einer Ausführung eines einlagigen Agraffschlauches mit angeformten, radial abstehenden Stegen, in der linken Bildhälfte gestaucht und in der rechten Bildhälfte gestreckt dargestellt;

Fig. 2 als Einzelheit der Fig. 1 in vergrößerter Darstellung den gestauchten Zustand des Leitungselementes;

Fig. 3 eine Darstellung wie gemäß Fig. 1 in einer demgegenüber anderen Ausführung eines einlagigen Agraffschlauches;

Fig. 4 eine Darstellung wie gemäß Fig. 1 in einer demgegenüber weiteren Ausführung eines einlagigen Agraftschlauches;

Fig. 5 eine Darstellung wie gemäß den Fig. 1 und 2, demgegenüber hier aber ausgeführt als mehrlagiger Agraftschlauch und mit in der rechten Bildhälfte gezeigtem, gestauchtem Zustand des Leitungselementes bzw. Abgasschlauches;

Fig. 6 eine Darstellung wie gemäß Fig. 5 mit einer demgegenüber anderen Geometrie der Bälge bzw. Windungen;

Fig. 7 als Profilschnitt mehrere Wickellagen eines aus einem Band hergestellten Leitungselementes bzw. Schlauches, dessen Bälge mit im Wellenberg, d.h. oben von vornherein geschlossener Windung aus einer Wickelage ausgeformt sind;

Fig. 8 im Profilschnitt weitere mögliche Ausführungen eines gasdichten Leitungselementes bzw. Schlauches im gestauchten wie gestreckten Zustand, mit eingehakter (I) oder mehrlagiger (II) Geometrie;

Fig. 9 im Profilschnitt mehrere Wickellagen eines Leitungselementes bzw. Schlauches in einer im Mittenbereich eingehakten Ausführung, dargestellt im gestauchten Zustand (Bild oben, linke Hälfte) und gestrecktem Zustand (Bild oben, rechte Hälfte sowie vergrößert in der unteren Bildhälfte);

Fig. 10 im Profilschnitt mehrere Wickellagen eines Leitungselementes bzw. Schlauches in einer Ausführung der Herstellung aus zwei vorprofilierten Bändern mit Einhakung im Mittenbereich; dargestellt im gestauchten Zustand (Bild oben, linke Hälfte) und gestrecktem Zustand (Bild oben, rechte Hälfte sowie vergrößert in der unteren Bildhälfte);



Fig.11 eine Darstellung wie gemäß Fig. 9 in einer demgegenüber anderen Ausführung eines aus zwei vorprofilierten Bändern gewickelten Leitungselementes bzw. Schlauches;

Fig.12 als Einzelheit im Profilschnitt weitere Ausführungen von form- und stoffschlüssigen Verbindungen der aufeinandertreffenden, radial nach außen weisenden Stege von ausgeformten Bälgen bzw. Windungen;

Fig.13 im Profilschnitt mehrere Wickellagen eines aus zwei Bändern hergestellten Leitungselementes bzw. Schlauches, wobei das eine, hier innenliegende Band die eine laminare Abgasführung gewährleistende Schlauchgeometrie erzeugt und aus dem anderen Band die Bälge bzw. Windungen ausgeformt sind;

Fig.14 eine Darstellung wie gemäß Fig. 13 mit demgegenüber einer anderen Geometrie der Bälge bzw. Windungen;

Fig.15 eine Darstellung wie gemäß Fig. 13 mit demgegenüber einer anderen Verbindung zum Einhaken des einen Schlauches in den anderen Schlauch;

Fig.16 eine Darstellung wie gemäß Fig. 14 mit einer demgegenüber anderen Verbindung zum Einhaken des einen Bandes in das andere Band;

Fig.17 eine Darstellung wie gemäß Fig. 13 mit einer demgegenüber anderen Geometrie der aus dem Band ausgeformten Bälge bzw. Windungen;

Fig.18 eine Darstellung wie gemäß Fig. 13 mit demgegenüber einer Schweißverbindung des einen Bandes mit dem anderen Band;

Fig.19 eine Darstellung wie gemäß Fig. 14 mit demgegenüber einer Schweißverbindung des einen Bandes mit dem anderen Band;

Fig.20 eine Darstellung wie gemäß Fig. 18 mit demgegenüber einer abgewandelten Schweißverbindung;

Fig.21 eine Darstellung wie gemäß Fig. 19 mit demgegenüber abgewandelter Schweißverbindung der Bänder;

Fig.22 im Profilquerschnitt eine Ausführung eines aus zwei Bändern hergestellten Leitungselementes bzw. Schlauches, bei der ineinander geschachtelte Bälge der aus den beiden Bändern ausgeformten Bälge bzw. Windungen eine Art Glockenkonfiguration bilden; und

Fig.23 in schematischer Weise eine Profilwalzenanordnung zum Vorprofilieren eines Bandes mit einem aus der Ebene versetzten Stich.

Allen in den Figuren 1 bis 22 in einem Profilschnitt dargestellten Schläuchen bzw. Leitungselementen 1 ist gemeinsam, gleich ob sie aus einem Band 2 (Figuren 1 bis 9) oder aus zwei Bändern 2,3 (Figuren 10 und 11 sowie 13 bis 22) ein- oder mehrlagig hergestellt sind, dass sie in dem Band 2 bzw. in einem der Bänder 2,3 vorprofilierte balgartige Windungen bzw. Bälge 4 besitzen, bei der die Höhe  $h_1$  bzw.  $h_2$  der die Bälge 4 bildenden, radial nach innen oder außen ausgeformten Stege 5a,5b einem Vielfachen, 25- bis mindestens 75-fachen, der Dicke des Bandes 2 bzw. 3 entspricht (vgl. die Figuren 1,7 und 13). Zum Vorprofilieren dieser Stege 5a, 5b bzw. Bälge 4 wird das Band 2 in einer in Figur 23 schematisch dargestellten, mehrere aufeinanderfolgende Walzenpaare 6 aufweisenden Walzprofilieranlage 7 mit mindestens einem aus der Ebene versetzten Stich vorprofiliert, wozu das in der Schemazeichnung in der Durchlaufrichtung gemäß Pfeil 8 letzte Walzenpaar 6a etwas tiefer angeordnet ist. Das Band 2 wird, im Ausführungsbeispiel ein weiteres, auf einer Kreisbahn angeordnetes Walzenpaar 6b durchlaufend, in eine Art Kreisbahn umgelenkt. Das in der Walzprofilierung soweit vorgeformte Band wird in einer Wickeloperation endlos spiralförmig zu einem Schlauch ineinander gewickelt.

Die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Leitungselemente 1 bestehen aus Wickellagen mit einfach eingehakter Bindung 9. Bei diesen Profilen werden der Endsteg 10 und der Anfangssteg 11 zu Doppelungen 12 bzw. 13 verformt, die in den Ausführungsbeispielen dann nach außen umgelegt werden, so dass die radial

abstehenden Stege 5a bzw. 5b angeformt sind. Die oberen, freien Enden der Stege 5a, 5b sind gasdicht miteinander verbunden, wie durch Schweißnähte 14 angedeutet, so dass ein jeweils geschlossener Balg 4 vorliegt. Wie aus den Figuren zu entnehmen ist, lassen sich je nach Vorprofilierung der Stege 5a, 5b beliebige Konturen bzw. Geometrien der Bälge 4 erreichen, jeweils im gestreckten Zustand des Leitungselementes 1 betrachtet z.B. nach Figur 1 spitz- bzw. dachförmig, nach Figur 3 im Querschnitt U-förmig und nach Figur 4 schlingenförmig bzw. omega-förmig, wobei insbesondere die Omegaform die Dauerfestigkeit steigert.

Bei den Leitungselementen der Figuren 5 und 6 handelt es sich um Agraffschläuche aus mehrlagigem Band, wobei die einzelnen Wickellagen durch eine agraffartige Bindung 19 miteinander verbunden sind. Der Endsteg 10 und der Anfangssteg 11 des Bandes 2 bilden ebenfalls wiederum Doppelungen 12 bzw. 13, die in die nach außen umgelegten Stege 5a, 5b übergehen. Bei dieser Agraffbindung 19 können keine äußeren Verunreinigungen zwischen die Profilbindungen eindringen. Die freien Enden der Stege 5a, 5b werden wie bei den vorbeschriebenen Ausführungen im Anschluß an das Wickeln in einem weiteren Arbeitsgang form- oder kraftschlüssig miteinander verbunden, z.B. durch Rollnahtschweißen, wie durch die Schweißnaht 14 angedeutet. Eine Alternative hierzu ist das Strahlschweißen, das keinen Gegenhalter erfordert. Die Form bzw. Kontur der abstehenden Stege 5a, 5b und damit der Bälge 4 wird wie für grundsätzlich alle Ausführungsvarianten so ausgewählt, dass eine einfache schwingungstechnische Auslegung im Hinblick auf erforderliche statische und dynamische Steifigkeiten gegeben ist.

Das aus einem Band hergestellte Leitungselement 1 nach Figur 7 weist wendelgewellte Bälge 4 bzw. balgartige Windungen auf, die mit von vornherein geschlossener Windung aus einer Wickellage ausgeformt sind, d.h. die Stege 5a, 5b brauchen im Wellenberg 15 nicht noch miteinander verbunden zu werden. Aus der eingehakten Bindung 9, die sich durch Drücken herstellen lässt oder gegen einen Dorn innen geschweißt werden kann, bildet ein Bandende 17 einer jeden Wickellage eine im Wellental 16 die Breite eines folgenden Balges 4 überdeckende, der laminaren Gasführung dienende Verlängerung.

Die Figuren 8, 9 und 12 zeigen mögliche Varianten der Bindung 9,19 der einzelnen Wickellagen bei einem wie beschrieben aus einem Band 2 vorgeformten, radial abstehende, durch umformtechnisches oder thermisches Fügen gasdicht miteinander verbundene Stege 5a, 5b zur Bildung von Bälgen 4 aufweisenden Leitungselementes 1. Nach Figur 8, I wird eine eingehakte Bindung, nach Figur 8, II eine mehrlagige Geometrie, nach Figur 9 eine im Mittenbereich eingehakte Bindung verwirklicht. Aus Figur 12 lassen sich Beispiele für das Verbinden der freien Enden der radial ausgeformten Stege 5a, 5b entnehmen, und zwar in der linken Darstellung durch Verschweißen und in der mittigen bzw. rechten Darstellung durch umformtechnisches Fügen.

Abweichend von den vorbeschriebenen Ausführungen sind die Leitungselemente 1 nach Figur 10 und 11 aus zwei vorprofilierten Bändern 2 bzw. 3 gewickelt worden. Sowohl aus dem äußeren Band 2 als auch dem inneren Band 3 sind radial nach außen abstehende Stege 5a, 5b vorprofiliert, wobei jeweils die Stege 5b des inneren Bandes 3 mit den ihnen von außen her benachbarten Stegen 5a des äußeren Bandes 2 im Wellenberg 15 zu den gasdichten Bälgen 4 miteinander verschweißt sind. Eine Abwandlung ist der Figur 10 zu entnehmen, demnach von zwei in jeder Wickellage des äußeren Bandes 2 entfernt voneinander ausgebildeten Stegen 5a, 5b der eine Steg 5a mit am inneren Band 3 nur einem ausgebildeten Steg 5a unmittelbar gepaart ist, die freien Enden aller Stege im Wellenberg 15 allerdings gemeinsam miteinander verbunden (verschweißt) sind. Die einzelnen Wickellagen sind mit einer Einhakbindung 9 im Mittenbereich verbunden. Im Wesentlichen horizontale Bandenden 18 des inneren Bandes 3 geben dem Leitungselement 1 die zur laminaren Gasführung vorteilhafte Schlauchgeometrie. Das ist so auch bei dem Leitungselement 1 der Figur 11 verwirklicht, indem ein zwischen den radial umgelegten Stegen 5b liegender Bandabschnitt 20 eine Schlauchgeometrie bereitstellt.

Weitere aus jeweils zwei Bändern 2 bzw. 3 hergestellte Leitungselemente 1 sind in den Figuren 13 bis 21 gezeigt, wobei jeweils das innere Band 3 die Schlauchgeometrie zur laminaren Gasführung bereitstellt und das äußere Band 2 mit den Bälgen 4 versehen ist, bei denen die Stege 5a, 5b im Wellenberg 15 von

vornherein übergangslos, d.h. geschlossen ausgebildet sind. Aus den Darstellungen ergibt sich wiederum die Vielfalt der möglichen Formgebung für die Bälge 4. Außerdem lassen sich durch die jeweils in den unteren Hälften der Figuren dargestellten einzelnen Wickellagen einerseits des äußeren Bandes 2 und andererseits des inneren Bandes 3 die vielfältigen Möglichkeiten zur Verbindung der Wickellagen entnehmen, was eine entsprechende Vorprofilierung der Bänder 2 bzw. 3 erfordert. Die Figuren 18 bis 21 veranschaulichen, dass statt einer umformtechnischen Fügung bzw. Bindung die einzelnen Wickellagen auch thermisch, angedeutet durch die Schweißnähte 14, miteinander verbunden werden können.

Eine besondere Ausführung eines aus zwei vorprofilierten Bändern 2,3 hergestellten Leitungselementes 1 ist in Figur 22 dargestellt. Die hier symmetrischen, radial abstehenden Stege 5a des äußeren Bandes 2 sind an ihren freien Enden mit den freien Enden von an dem den Schlauchgrundkörper bereitstellenden inneren Band 3, das hierzu mit einem umgefalteten Verbindungssteg 21 das Wellental 16 des von den Stegen 5a gebildeten äußeren Balges 4 überdeckt, ausgebildeten Stegen 5b verbunden. Der äußere Balg 4 schließt einen zu ihm umgekehrt ausgerichteten inneren Balg 22, gebildet aus dem Band 3, ein, so dass sich aus der Paarung von äußerem Balg 4 und innerem Balg 22 eine glockenartige Konfiguration ergibt. Im Ausführungsbeispiel sind die freien Enden der Stege 5a bzw. 5b umformtechnisch durch Falzen miteinander verbunden; gleichwohl ist an den Wellenbergen 15 eine thermische Fügung bzw. Verbindung möglich. Die Glockenkonfiguration der balgartigen Windungen 4 bzw. 22 bietet bei nahezu gleichen Bauabmessungen eine doppelte Windungszahl und damit große Flexibilität und Elastizität des Leitungselementes 1.

In jedem Fall können die Leitungselemente 1 in nur einem Fertigungsverfahren, durch schraubengangförmiges Wickeln, hergestellt werden. Das Walzprofilierverfahren zum Anformen der sehr hohen Stege bzw. Bälge oder balgartigen Windungen, das dem umformtechnischen Verfahren Drücken ähnliche Wickeln sowie das umformtechnische oder thermische Fügen, wodurch die Stege gasdicht miteinander verbunden werden, kann in einem kontinuierlichen Ablauf oder in einem

diskontinuierlichen Ablauf erfolgen. Das erzeugte Leitungselement ist nicht nur idealerweise gasdicht, sondern wegen der hohen Bälge bzw. Windungen äußerst flexibel bzw. elastisch und bietet zudem eine laminare Gasführung, unabhängig davon, ob das Leitungselement aus einem Band oder aus zwei oder mehreren Bändern ein- oder mehrlagig gewickelt worden ist.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Herstellen eines Leitungselementes (1) für schwingbeanspruchte Rohrleitungen, insbesondere für Abgasleitungen in Kraftfahrzeugen, aus einem vorprofilierten Band (2; 3), insbesondere Metallband, das schraubengangförmig mit balgartigen Windungen (4; 22) gewickelt wird, wobei die durch eine Bandbreite gebildeten Wickellagen mit einfach eingehakter oder mehrlagiger agraffartiger Bindung (9; 19) durch Formschluß, Verschweißen oder dergleichen Fügeverfahren miteinander verbunden sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Band (2; 3) mit mindestens einem aus der Ebene versetzten Stich und Umlenkung in eine Art Kreisbahn mit Steghöhen ( $h_1$ ,  $h_2$ ) der Bälge (4; 22) vorprofiliert wird, die ein Vielfaches der Banddicke betragen.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Stege (5a, 5b) der Bälge (4; 22) mit einer der 25- bis 75-fachen Dicke des Bandes (2; 3) entsprechenden Höhe vorprofiliert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Stege (5a, 5b) radial nach außen ausgeformt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Stege (5a, 5b) radial nach innen angeformt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß ein Bandende (17; 18) und/oder ein Bandabschnitt einer Wickellage im Wellental (16) die Breite eines folgenden Balges (4) überdeckend ausgebildet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß mindestens zwei geometrisch unterschiedliche Bänder (2; 3) ineinander gewickelt werden, wobei aus einem Band (3) eine abgasführende Schlauchgeometrie erzeugt wird und aus dem anderen Band (2) Bälge (4) ausgeformt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Bänder (2; 3) anfangs parallel, kontinuierlich walzprofiliert, dann umformtechnisch nach Art eines Drückverfahrens gewickelt werden und danach die walzprofilierten und gewickelten Bandprofile miteinander verbunden werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Bänder (2; 3) sequentiell, diskontinuierlich walzprofiliert, dann umformtechnisch nach Art eines Drückverfahrens gewickelt werden und danach die walzprofilierten und gewickelten Bandprofile miteinander verbunden werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die zu verbindenden Anschlußenden der Bänder (2; 3) zur Vereinfachung der Trenn- oder Weiterverarbeitung und lokalen Homogenisierung der Produktdurchmesser umformtechnisch behandelt werden.



10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Bälge (4; 22) durch Verbinden der Enden der jeweils aus dem Endsteg (10) der einen Wickellage und aus dem Anfangssteg (11) der anderen Wickellage radial umgekanteten, abstehenden Stege (5a, 5b) hergestellt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Stegenden im Wellenberg (15) durch ein umformtechnisches Fügen miteinander verbunden werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Stegenden im Wellenberg (15) durch thermisches Fügen miteinander verbunden werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß in einen äußeren Balg (4) ein im Wellental (16) des äußeren Balges mit diametral verlaufenden, dann aufeinander zu in einen gemeinsamen Überbrückungs- und Verbindungssteg (21) umgefalteten Kurvenabschnitten seiner Stege (5b) übergehender, glockenartiger innerer Balg (22) gewickelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die oben freien Stegenden des glockenartigen inneren Balges (22) mit jeweils den benachbarten Stegenden des äußeren Balges (4) verbunden werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß für das Trennen des Leitungselementes (1) in konfektionierte Längen und/oder den Umform- und Fügevorgang unterstützende Medien eingesetzt werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das fertige Leitungselement (1) auf die geforderten statischen und dynamischen Steifigkeiten hin konditioniert wird.
17. Leitungselement (1) für schwingbeanspruchte Rohrleitungen, insbesondere für Abgasleitungen in Kraftfahrzeugen, hergestellt aus einem vorprofilierten Band (2; 3), insbesondere Metallband, das schraubengangförmig mit balgartigen Windungen (4; 22) gewickelt wird, wobei die durch eine Bandbreite gebildeten Wickellagen mit einfach eingehakter oder mehrlagiger agraffartiger Bindung (9; 19) durch Formschluß, Verschweißen oder dergleichen Fügeverfahren miteinander verbunden sind, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß es mit Bälgen (4; 22) ausgebildet ist, deren Steghöhe ( $h_1$ ,  $h_2$ ) ein Vielfaches der Banddicke beträgt.
18. Leitungselement nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Steghöhe ( $h_1$ ,  $h_2$ ) der 25- bis 75-fachen Dicke des Bandes entspricht.
19. Leitungselement nach Anspruch 17 oder 18,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß mindestens zwei geometrisch unterschiedliche Bänder (2; 3) ineinander gewickelt sind, wobei ein Band (3) einen Schlauchgrundkörper bildet und ein anderes Band (2) mit den Bälgen (4; 22) versehen ist.

20. Leitungselement nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß jeder Balg (4) mit im Wellenberg (15) von vornherein geschlossener Windung aus einer Wickellage ausgeformt ist.
21. Leitungselement nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß jeder Balg (4) aus aus den Wickellagen umgekanteten, radial abstehenden Stegen (5a, 5b) besteht, deren freie Enden im Wellenberg (15) gasdicht miteinander verbunden sind.
22. Leitungselement nach einem der Ansprüche 17 bis 21,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Einhak-/Agraffverbindungen (9; 19) axial ineinander verschiebbar ausgebildet sind.
23. Leitungselement nach einem der Ansprüche 17 oder 18 und 21 oder 22,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Wellentäler (16) der Bälge (4; 22) von Bandabschnitten (20; 21) der Wickellagen überdeckt sind.
24. Leitungselement nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß ein den Schlauchgrundkörper bildendes Band (3) mit glockenartigen Bälgen (22) ausgebildet ist, die jeweils in einem Balg (4) des anderen Bandes (2) angeordnet sind, wobei die freien Stegenden des äußeren Balges (4) in dessen Wellenberg (15) mit jeweils den freien Enden der innen benachbarten Stege (5b) des glockenartigen Balges (22) verbunden sind, der mit einem aus den Stegen (5b) umgefalteten Verbindungssteg (21) das Wellental (16) des äußeren Balges (4) überdeckt.



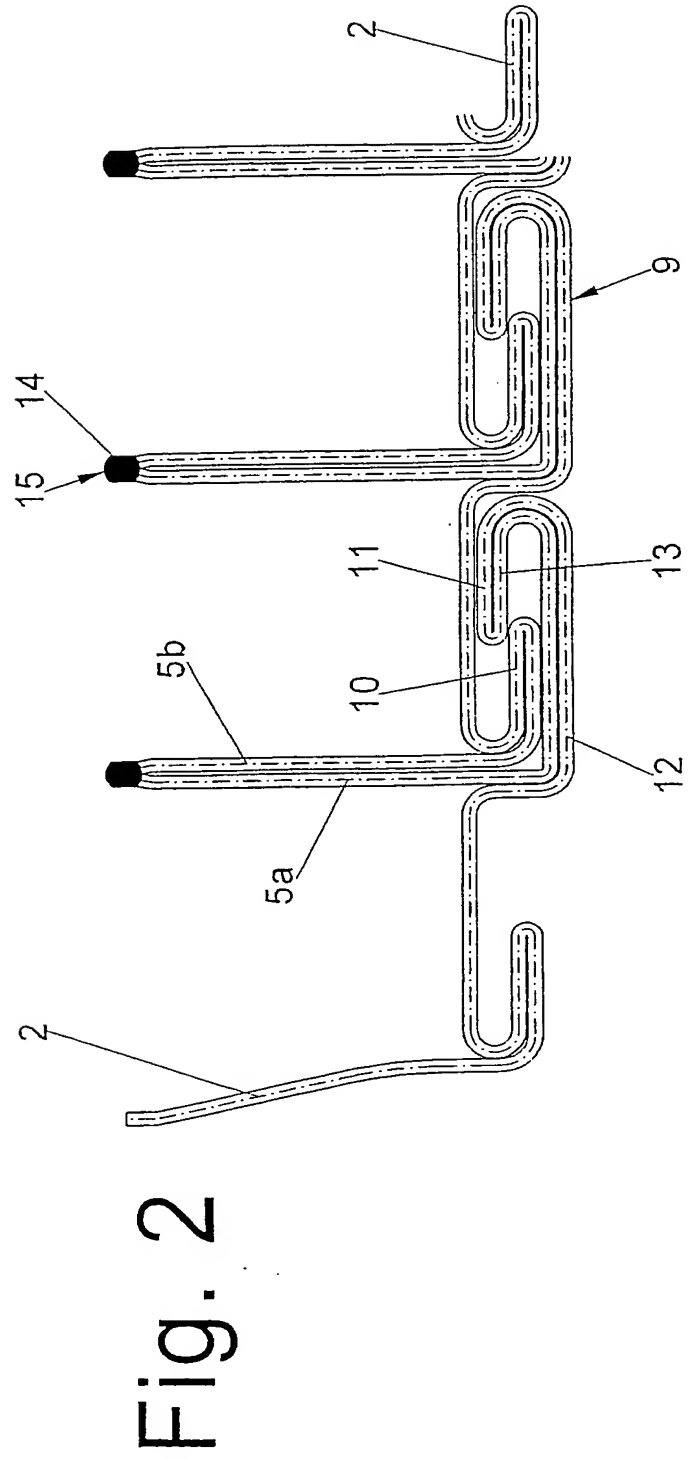
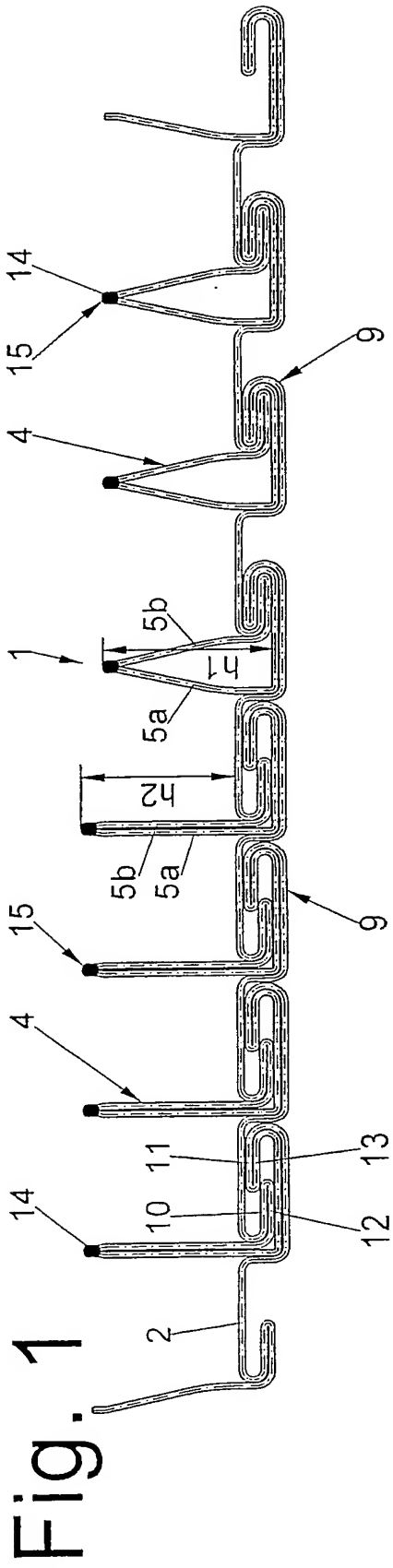
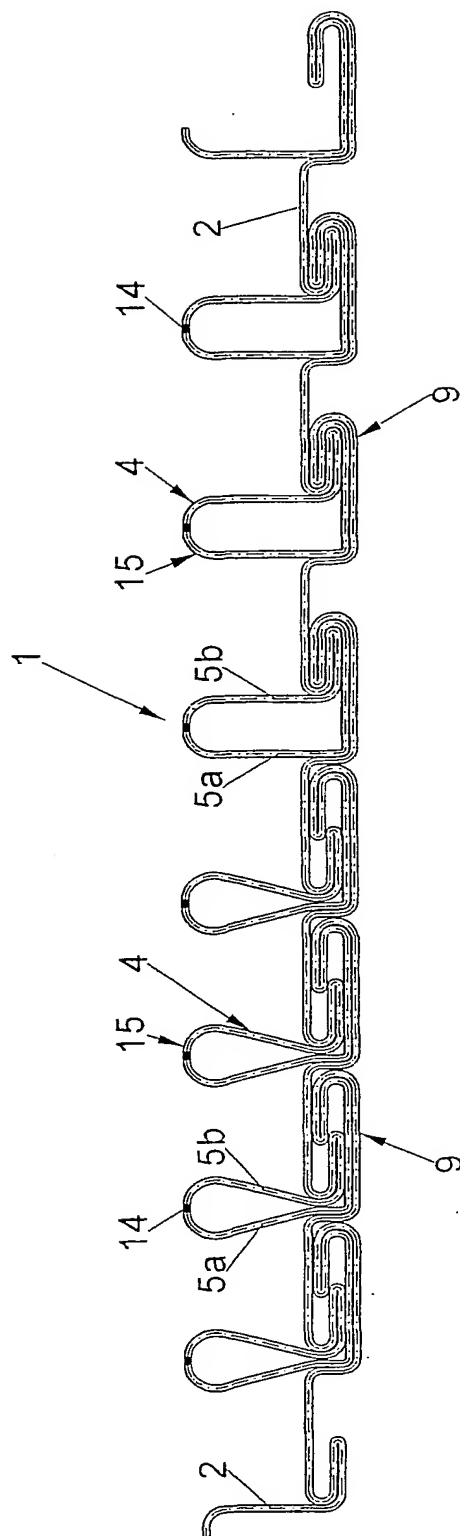




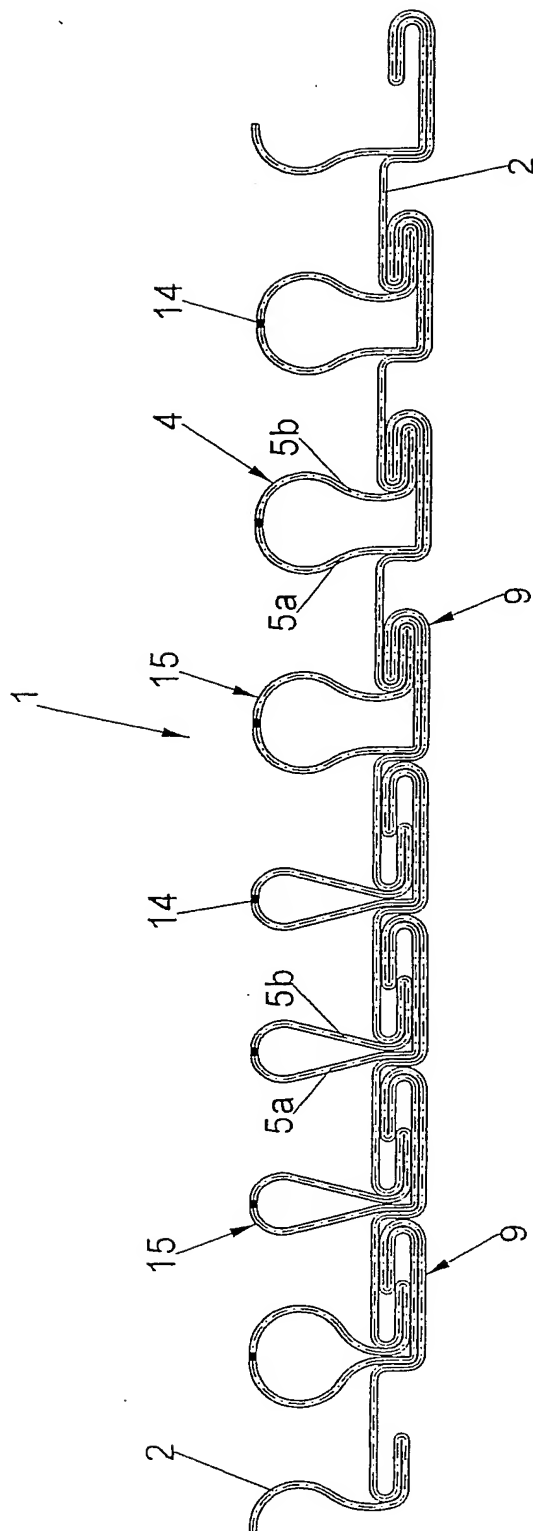
Fig. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Fig. 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

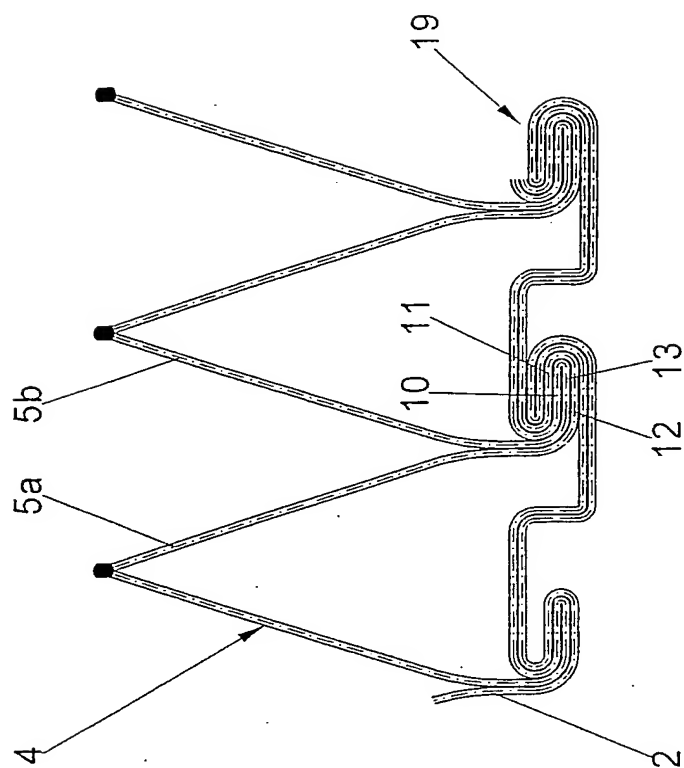
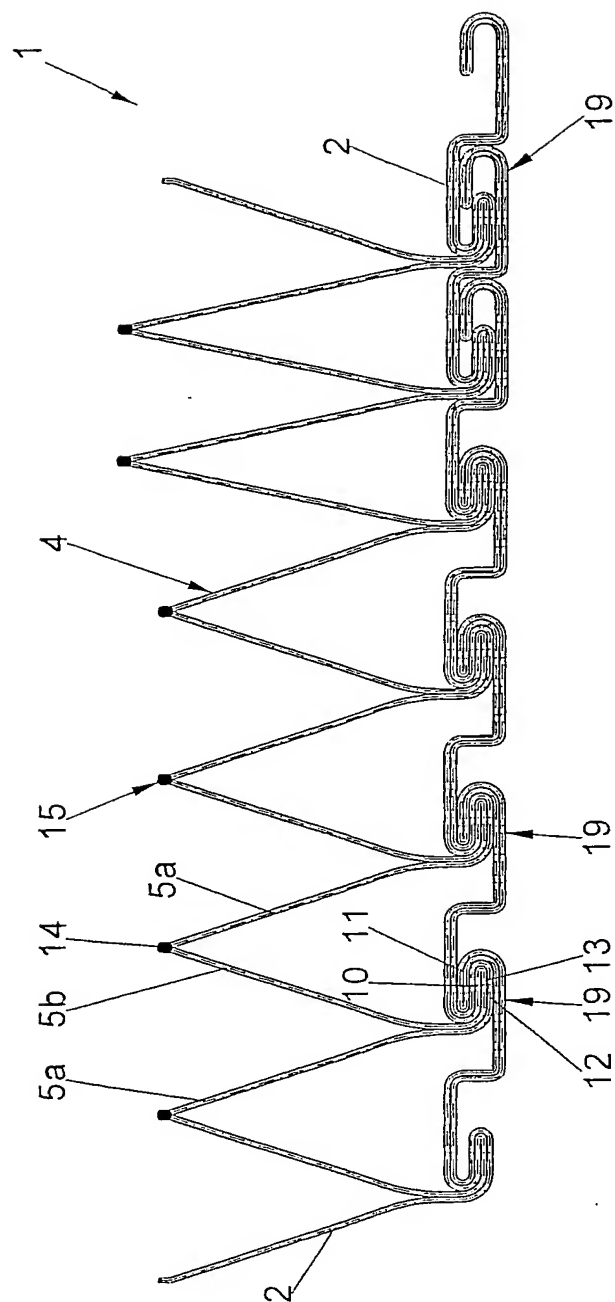
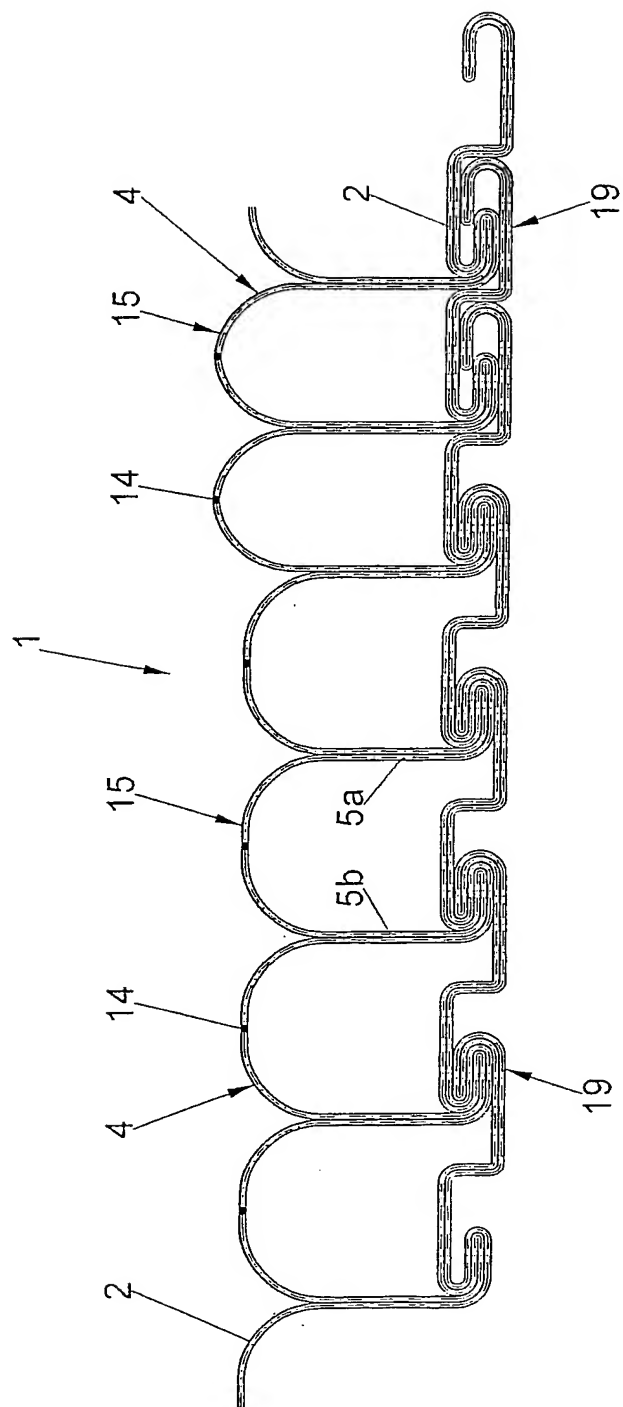


Fig. 5

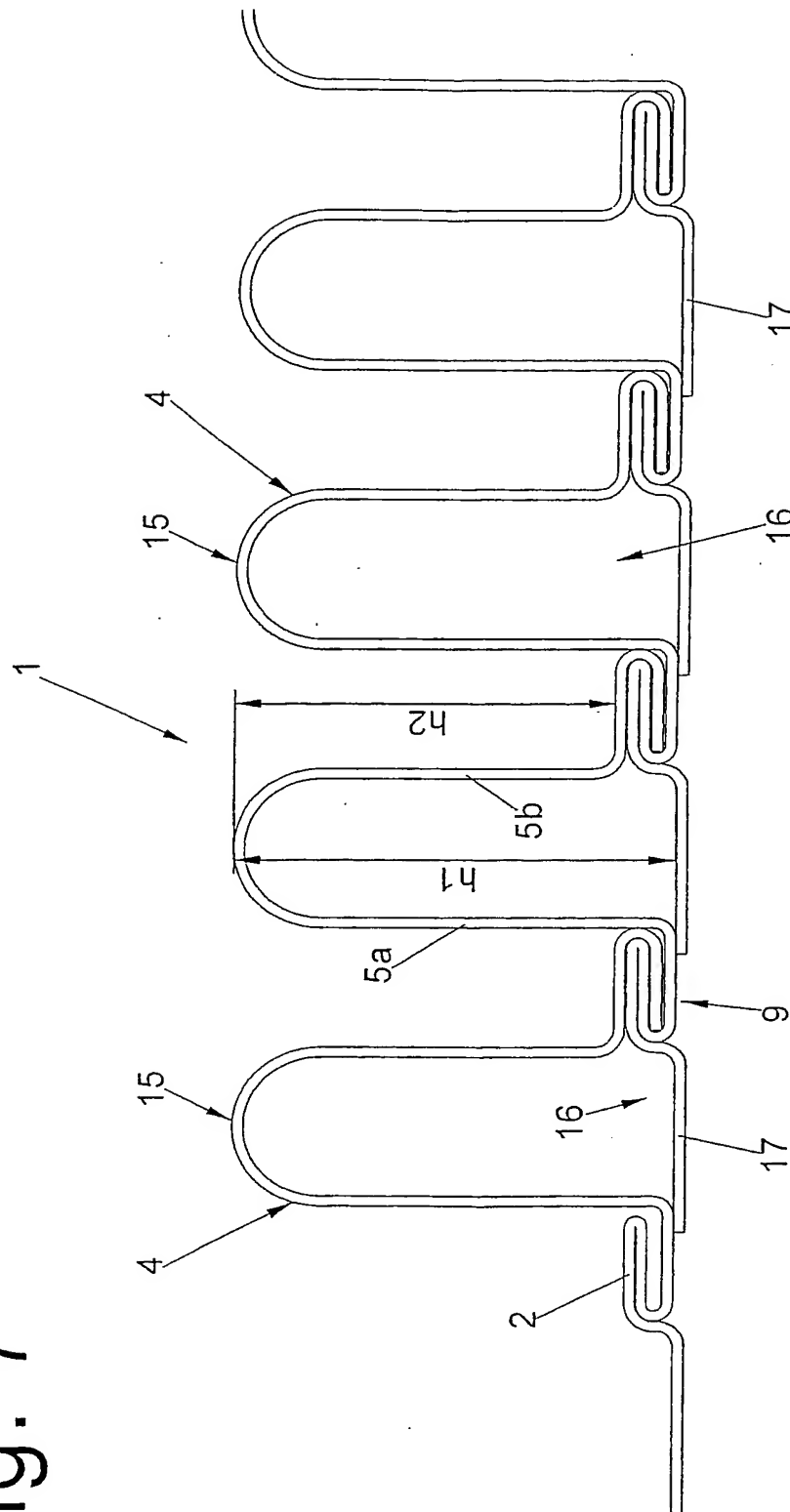
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 7



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



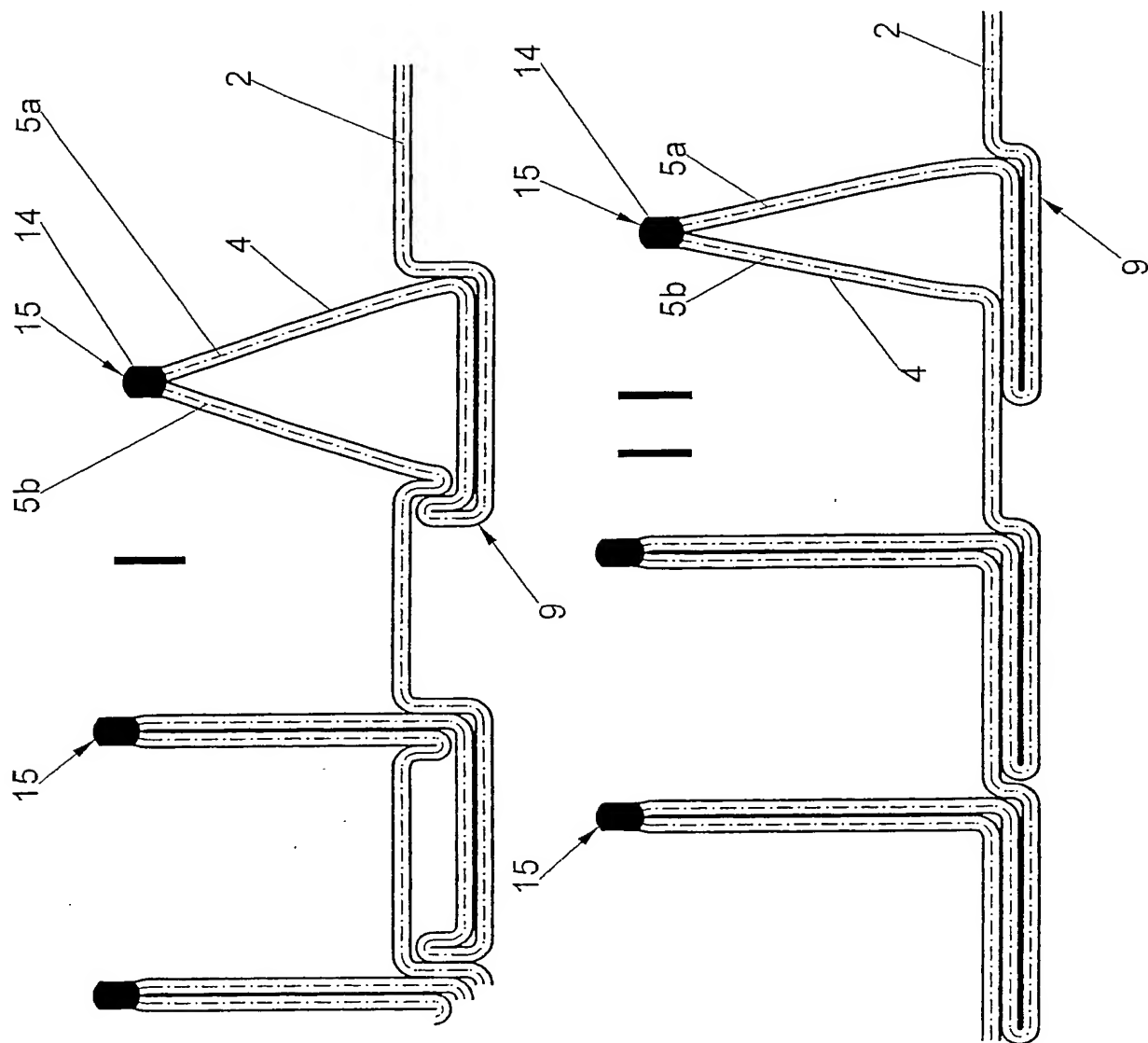
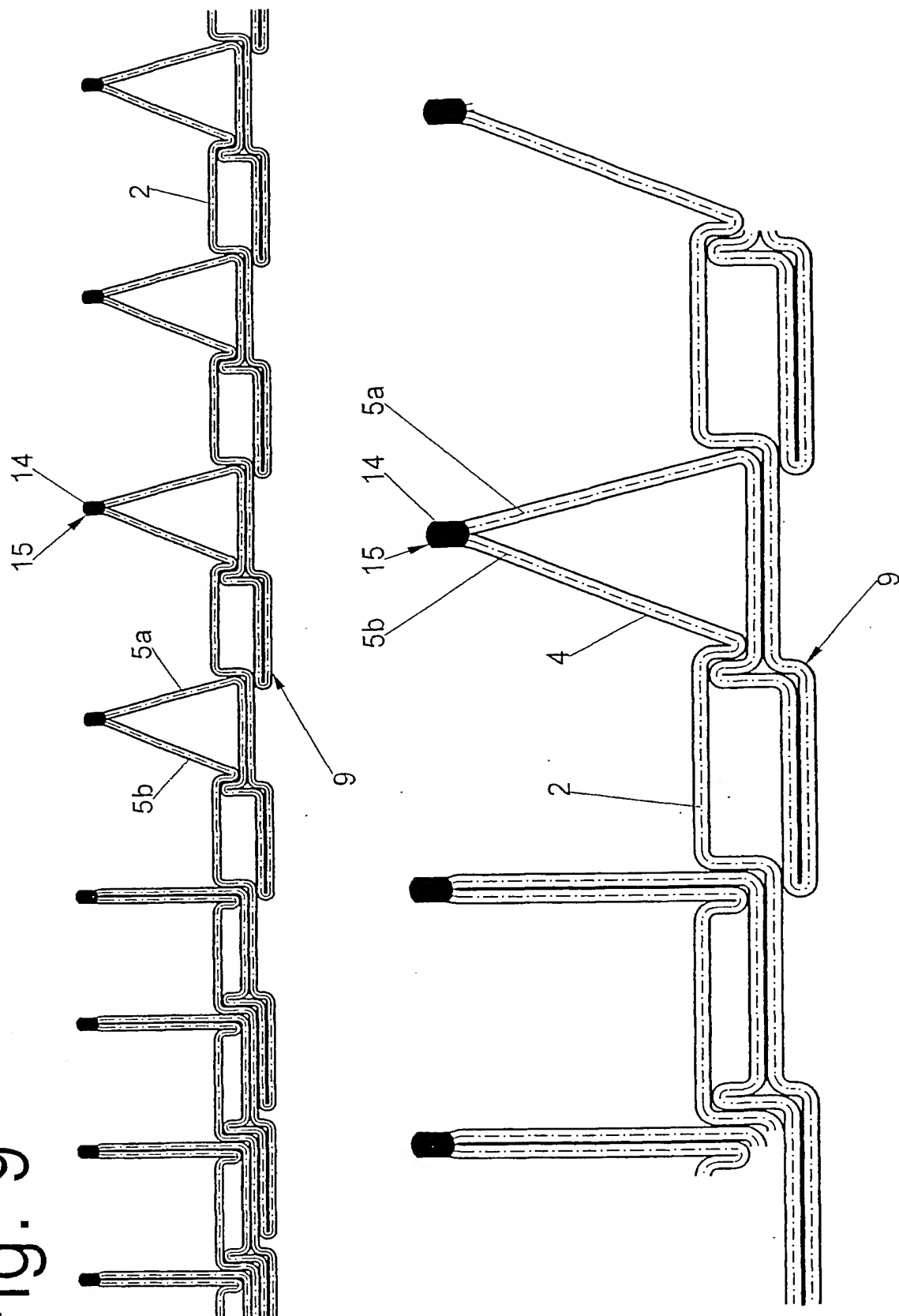


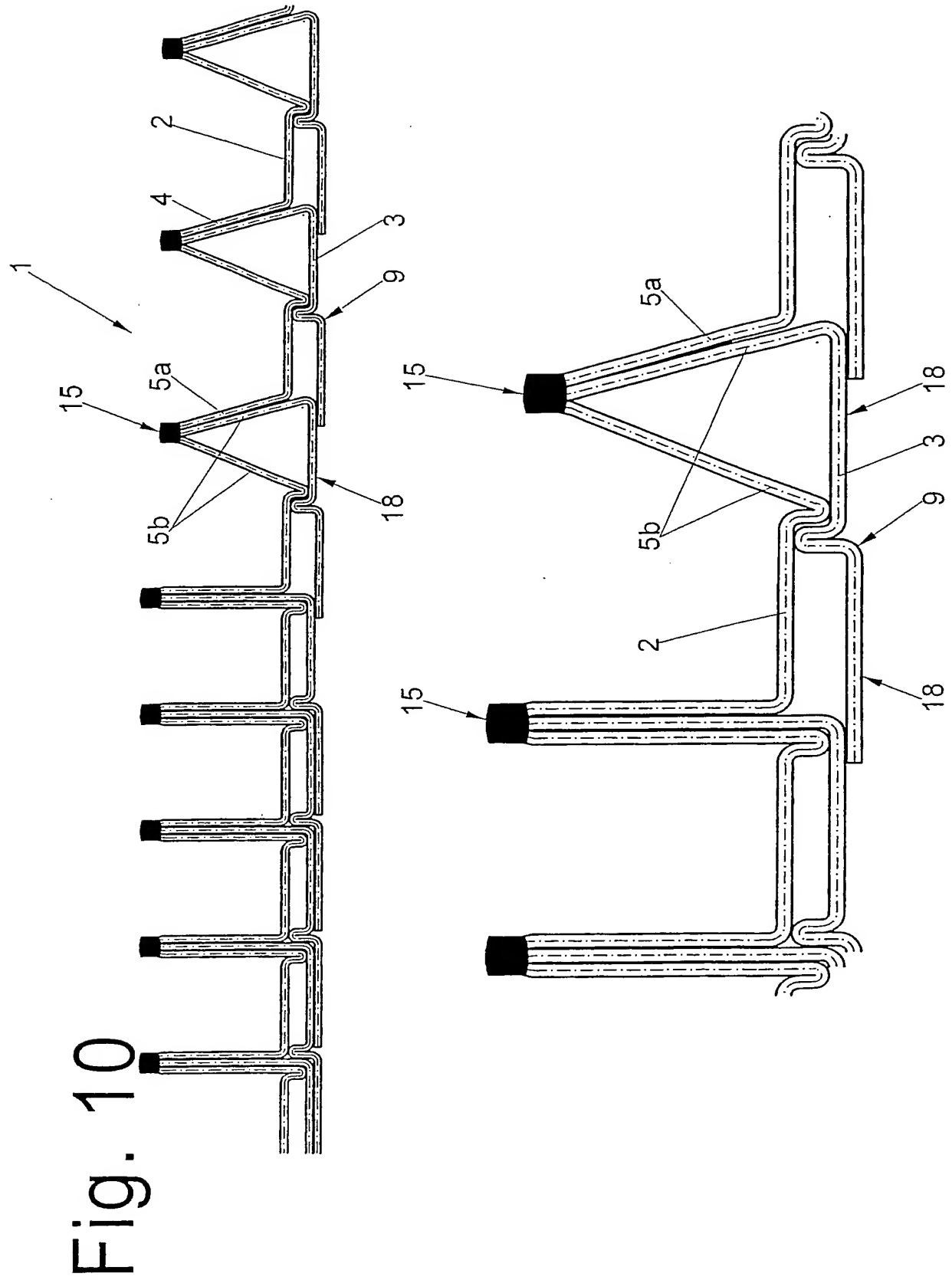
Fig. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

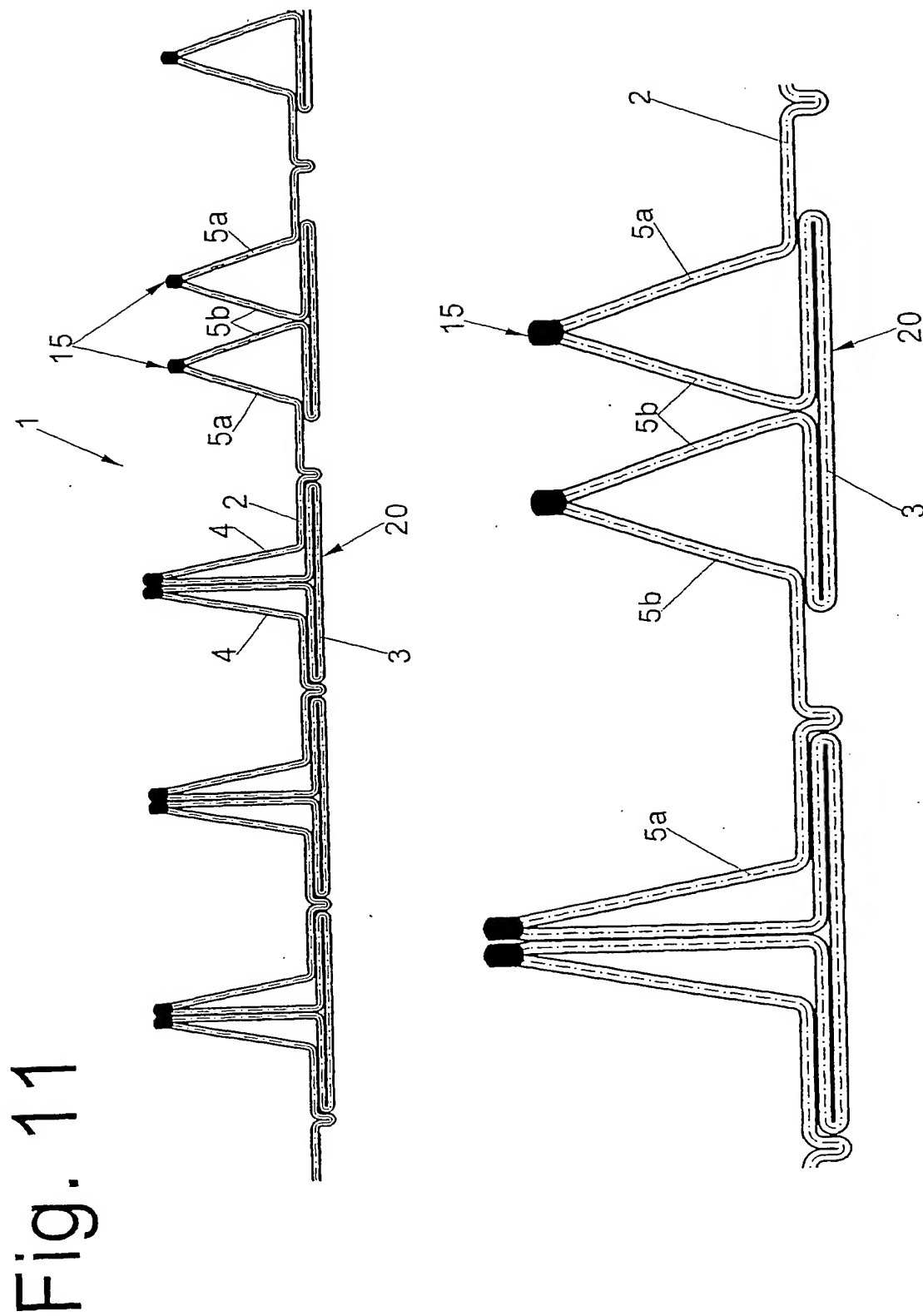
Fig. 9



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



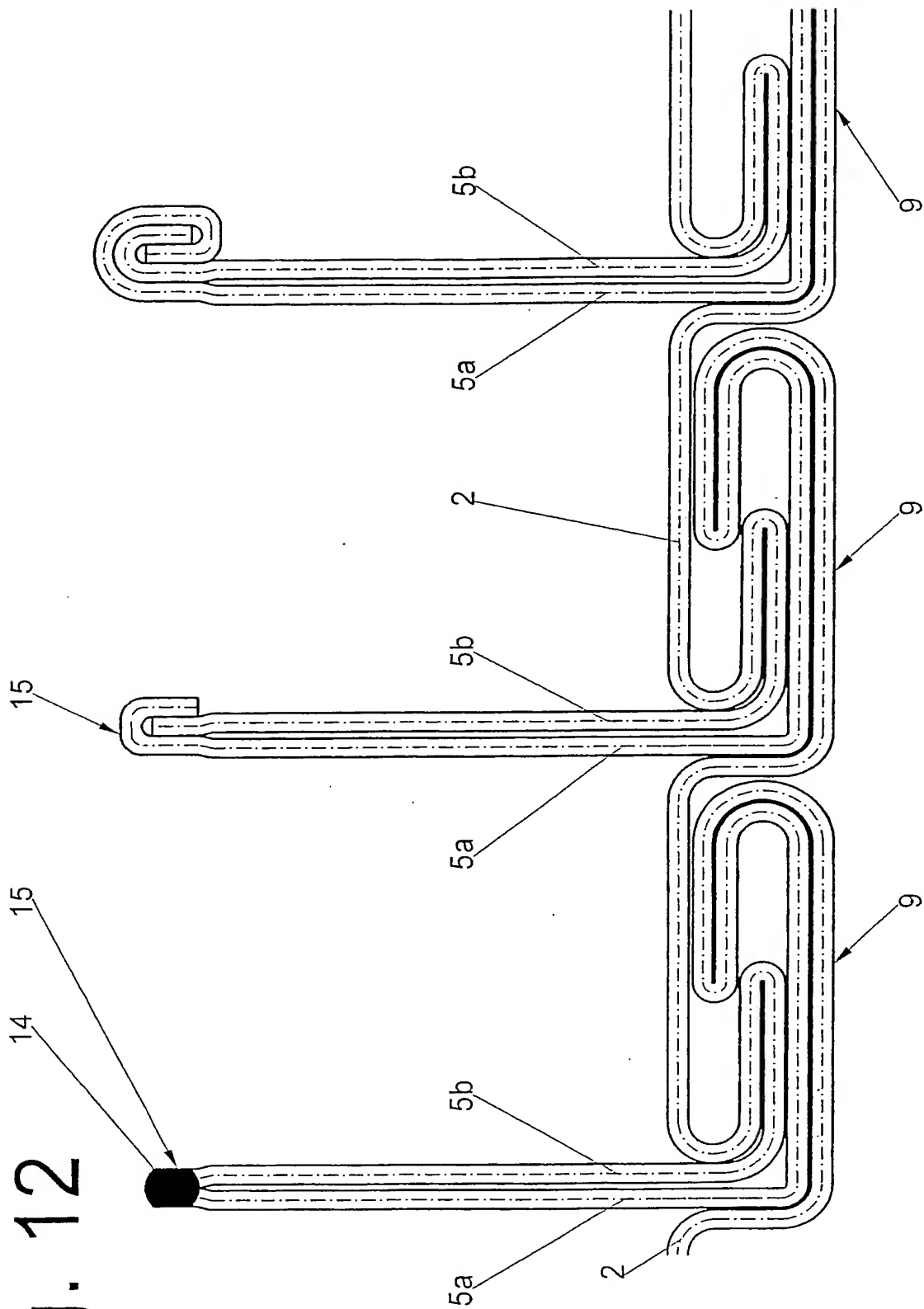


Fig. 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

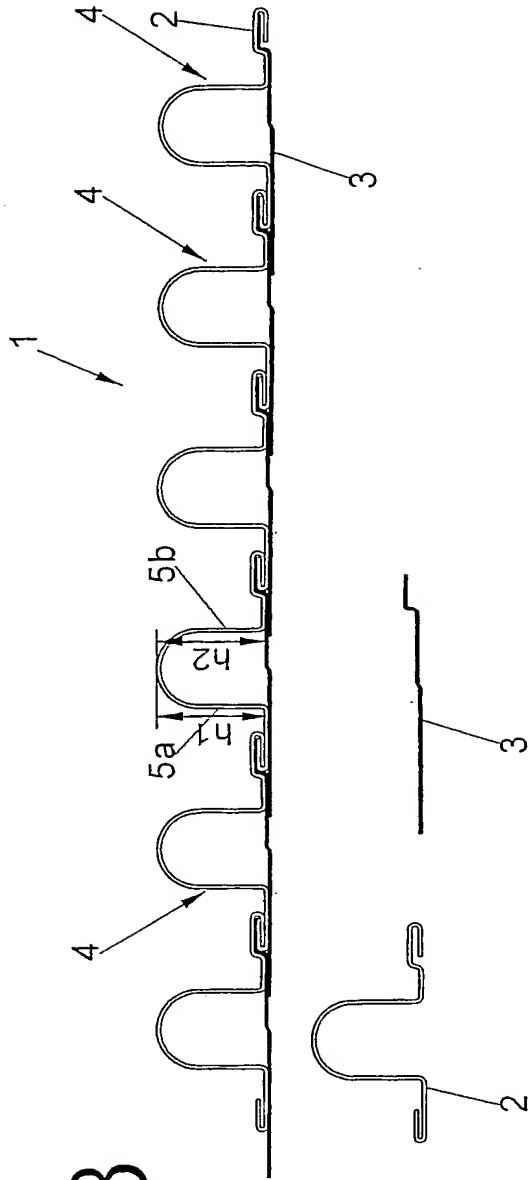


Fig. 13

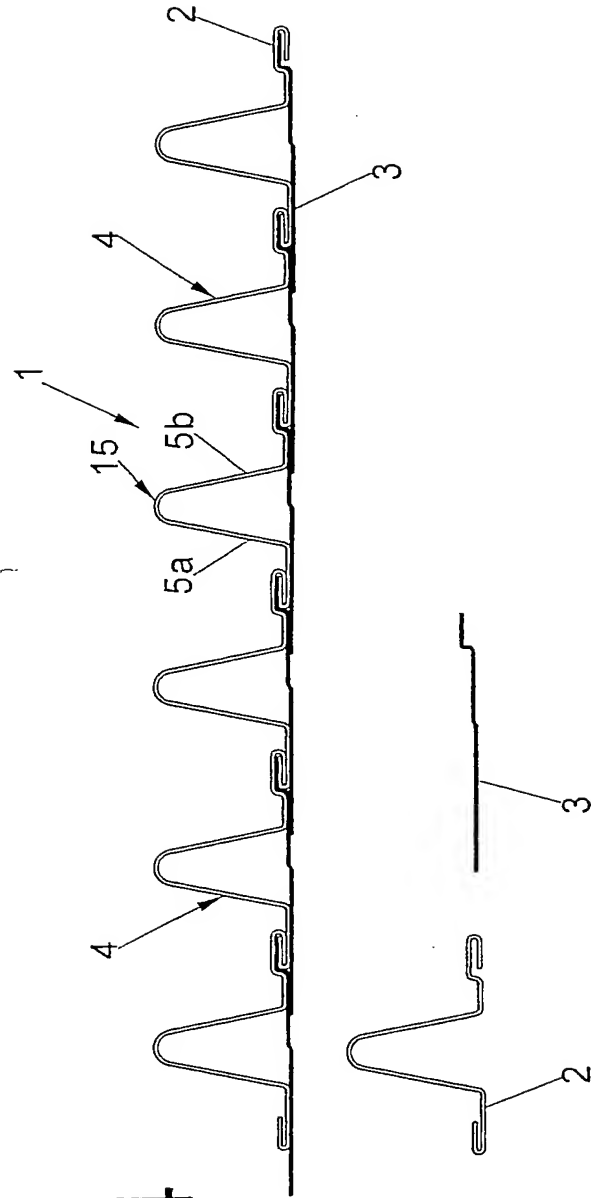


Fig. 14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

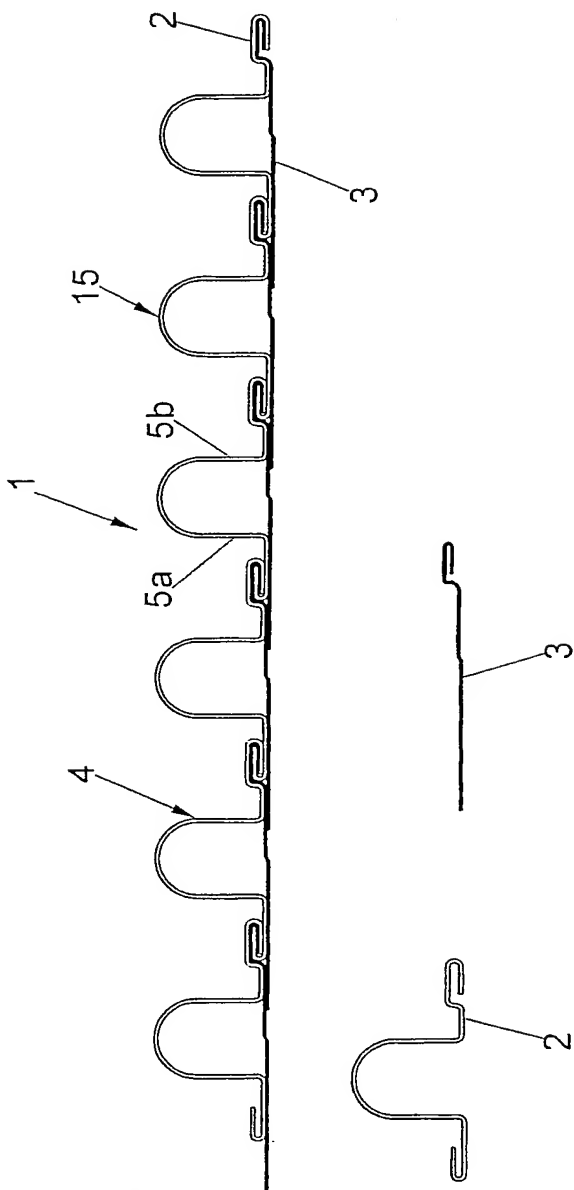


Fig. 15

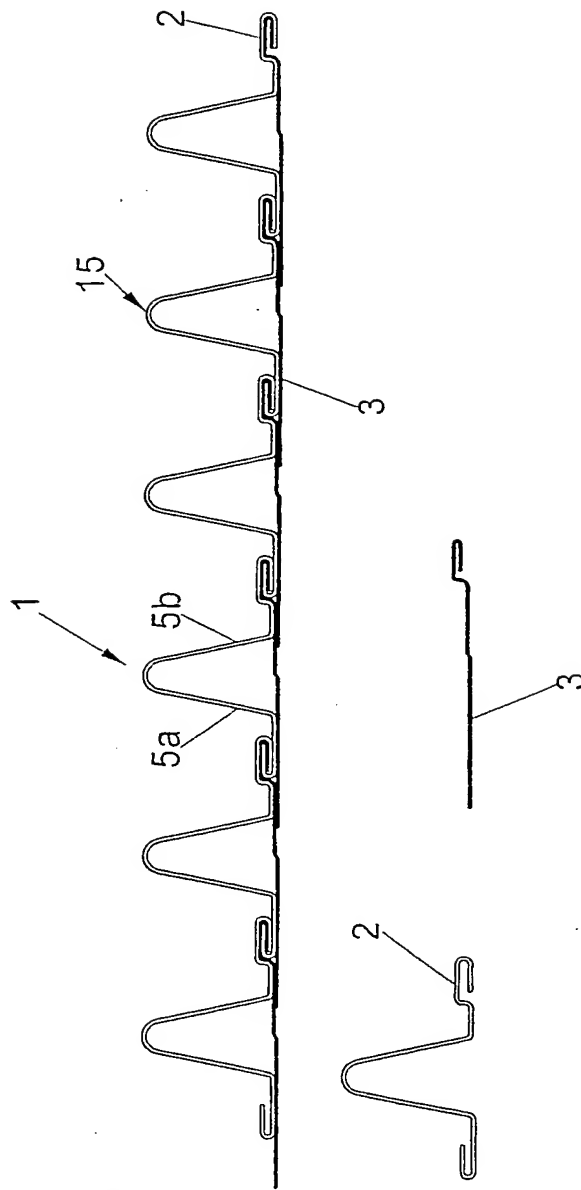
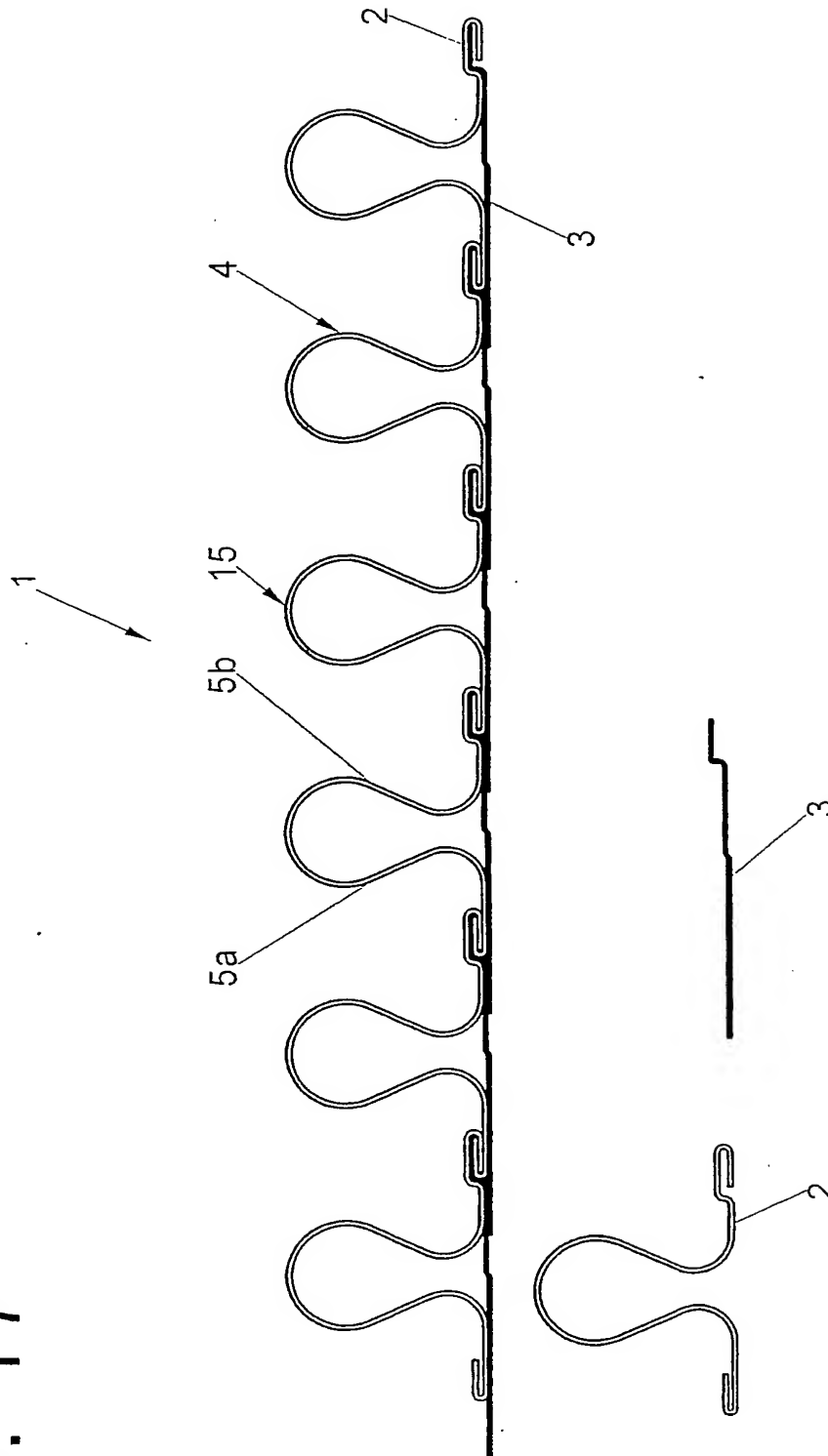


Fig. 16

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 17



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



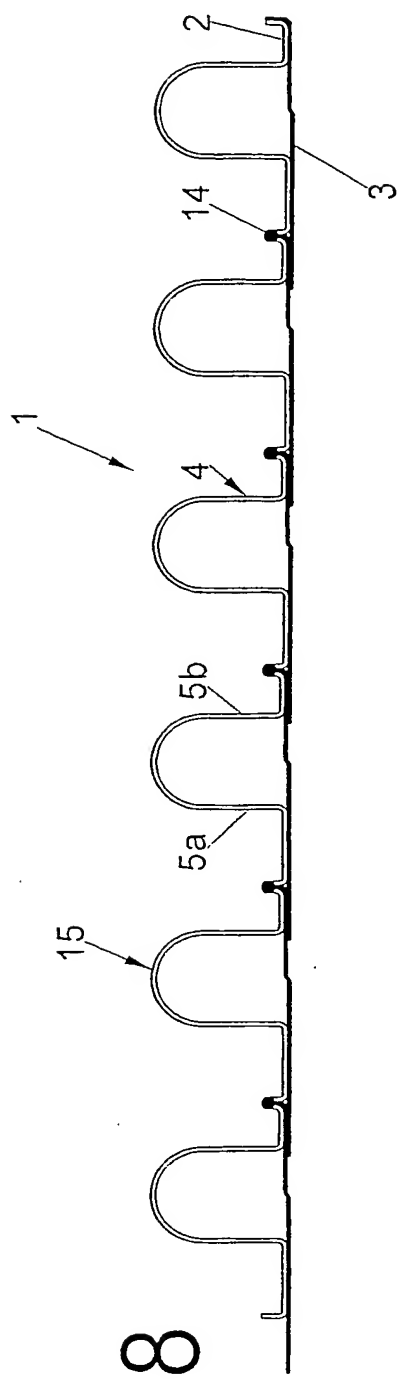


Fig. 18

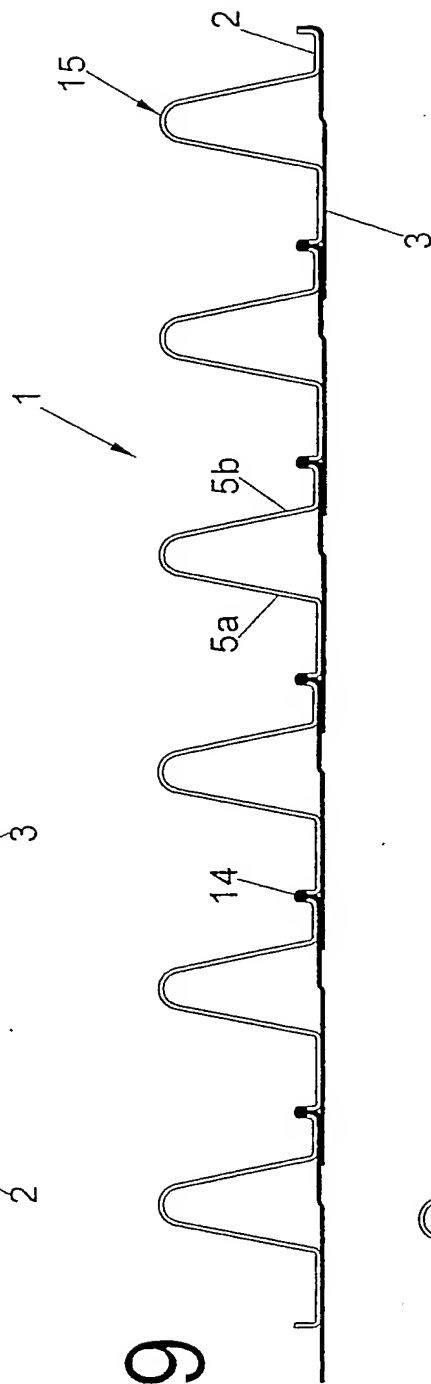
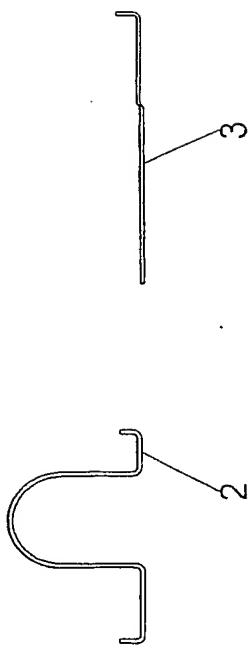
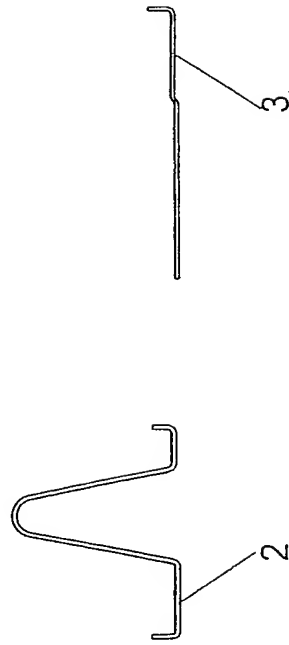


Fig. 19



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

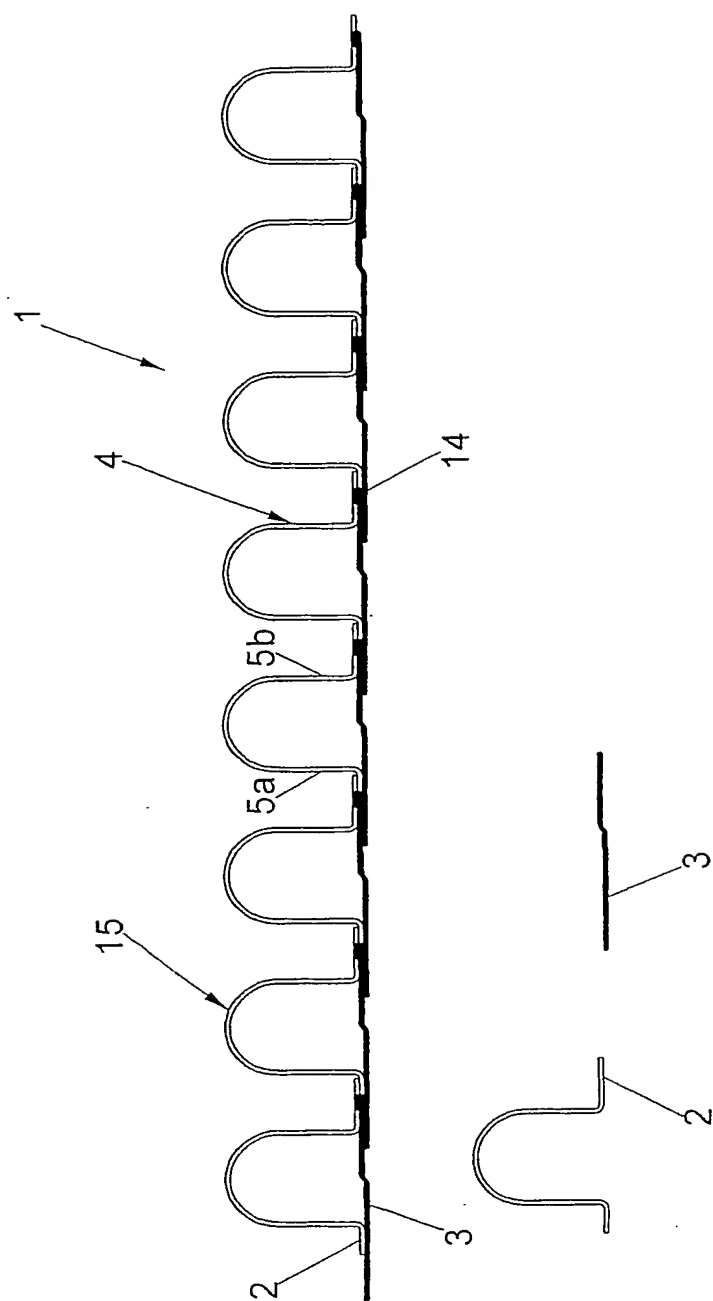


Fig. 20

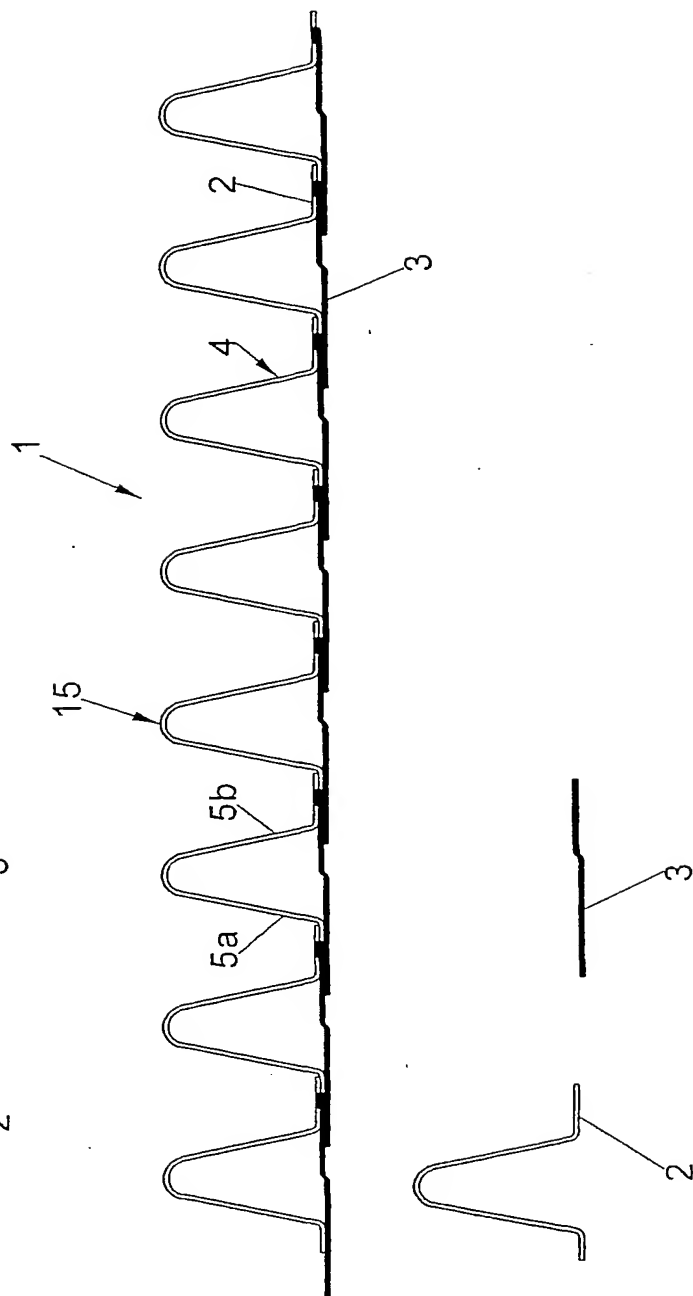
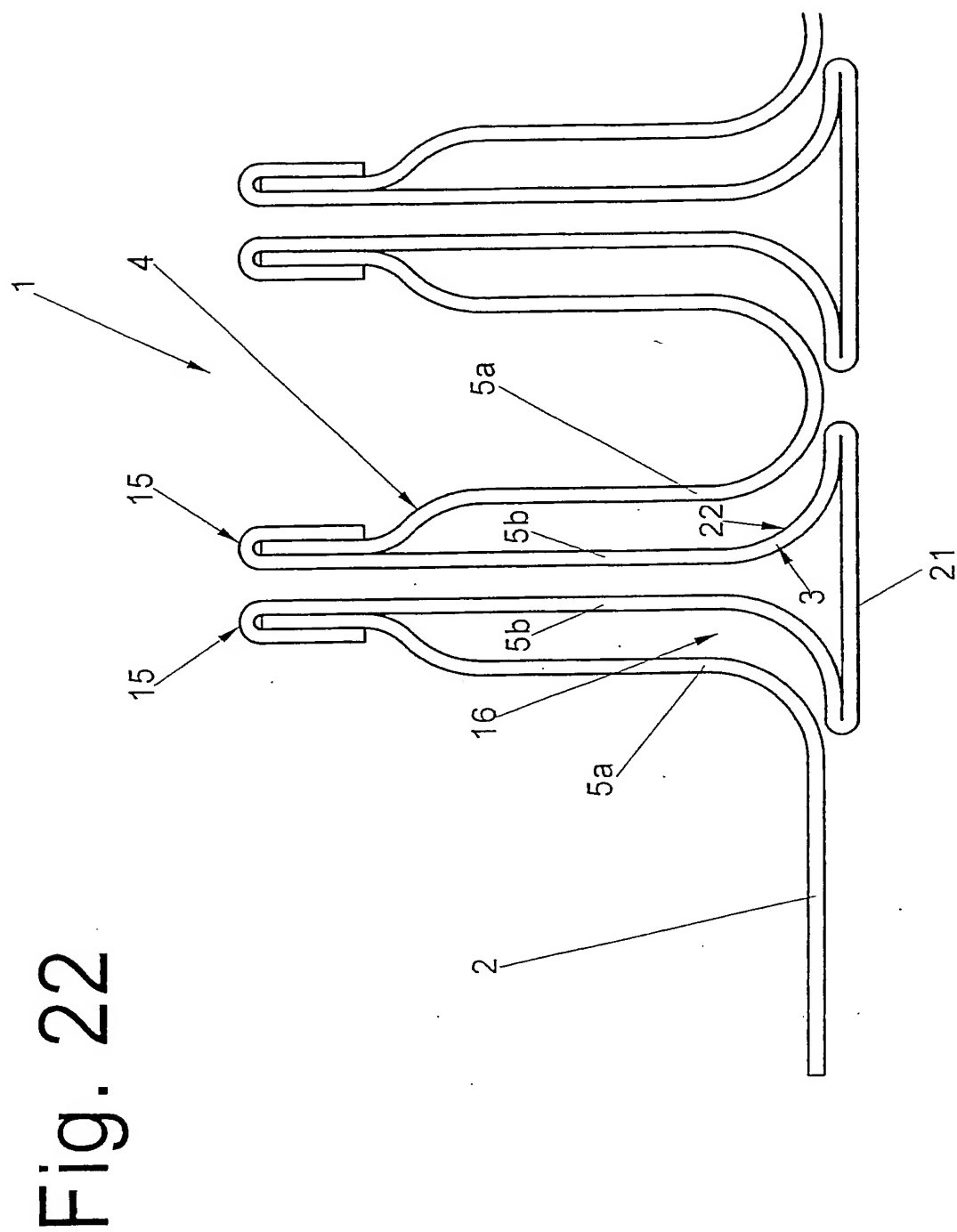
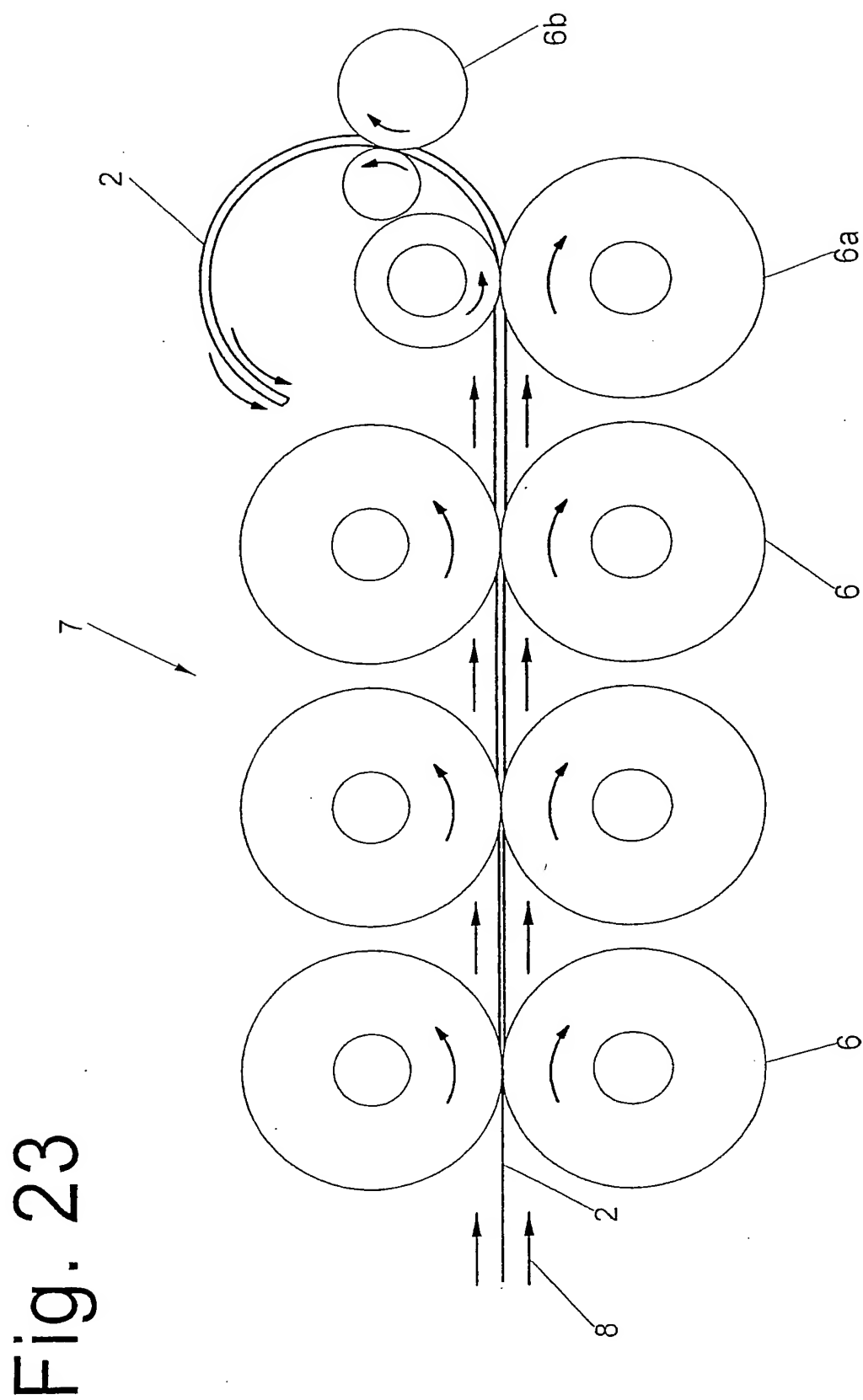


Fig. 21

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/04184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F16L11/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 596 578 A (TUBEST SA) 11 May 1994 (1994-05-11)	1-3, 5, 6, 13, 16-20, 22, 23 7-9, 14, 15, 21, 24
A	figures	
A	DE 76 31 806 U (METALLSCHLAUCH-FABRIK PFORZHEIM GMBH) 6 April 1978 (1978-04-06) cited in the application figure 6	1-3, 5-9, 13-24
A	US 1 570 886 A (HERMAN SHELLMER ET AL) 26 January 1926 (1926-01-26) figure 1	10, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2004

Date of mailing of the international search report

01/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Budtz-Olsen, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04184

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0596578	A	11-05-1994	FR	2697609 A1	06-05-1994
			EP	0596578 A1	11-05-1994
DE 7631806	U	06-04-1978	DE	7631806 U1	06-04-1978
US 1570886	A	26-01-1926	NONE		